

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Л. А. Назаренко,
О. Л. Черкашина

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з курсу

"Розрахунок і конструювання світлових приладів"

(для спеціалістів і магістрів 5 курсу денної і заочної форм навчання
спеціальності "Світлотехніка і джерела світла")

ХАРКІВ
ХНАМГ
2010

Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу "Розрахунок і конструювання світлових приладів" (для спеціалістів і магістрів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності "Світлотехніка і джерела світла") / Хark. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Л. А. Назаренко, О. Л. Черкашина - Х.: ХНАМГ, 2010. – 27 с.

Укладачі: проф. Л.А. Назаренко,
к. ф.-м. н. О.Л. Черкашина

Рецензент: доц. Л.Д. Гуракова

Рекомендовано кафедрою світлотехніки і джерел світла,
протокол № 1 від 2 вересня 2009р.

ЗМІСТ

	ВСТУП	4
1	Теми лекційного курсу	5
2	Методичне забезпечення курсу	6
3	Основні положення курсу	7
4	Самостійне робота	8
	Додаток А	26

ВСТУП

Самостійна робота студентів передбачає поглиблене опрацювання питань лекційного матеріалу та вивчення додаткових тем, що не розглядались на аудиторних заняттях.

В процесі вивчення дисципліни проводиться два рубіжних контролі, результати яких враховують відвідування занять, результати роботи на практичних заняттях, результати контрольних робіт, поточну успішність. Наприкінці дев'ятого семестру студенти здають і захищають курсовий проект, що містить конструкторську розробку СП. При розробці курсового проекту враховується якість конструкторської розробки СП, виробу в цілому, а також знання студентом основ проектно-конструкторської діяльності інженера-світлотехніка, у рамках курсу, який вивчається.

1. Теми лекційного курсу

Тема 1. Загальні принципи конструювання світлових приладів. Етапи і зміст ДКР. Види і комплектність технічної документації. Основні положення і розділи ТЗ. Розробка ТЗ на СП. Показники якості і параметри світлових приладів.

Тема 2. Патентні дослідження. Експертиза на патентну чистоту. Експертиза на новизну (патентоспроможність). Експертиза на конкурентоспроможність.

Тема 3. Принципи вибору оптичних систем: світлотехнічні вимоги (показники якості). Класифікація конструктивно світлотехнічних схем СП. Врахування джерел світла і вимог, щодо світлорозподілення при конструюванні СП.

Тема 4. Тепловий режим і урахування його при конструюванні світлових приладів. Методи розрахунку теплового режиму СП. Шляхи зниження теплонапруженості конструкцій СП.

Тема 5. Принципи конструювання типових вузлів та елементів СП. Особливості конструювання деталей корпусу, конструювання деталей світлоперерозподіляючої системи. Конструювання захисних ковпаків і ґраток. Вузли кріплення оптичних елементів і захисного скла. Конструкція ущільнювачів. Шарнірні пристрої СП. Електроустановлені вироби. Конструкції вводів проводів.

Тема 6. Фактори, що знижують технічний рівень світильників. Сучасні вимоги до конструкцій СП.

2. Методичне забезпечення курсу

1. Основы конструирования световых приборов/ Ю.Б. Айзенберг, 1996
2. Световые приборы/ Ю.Б. Айзенберг
3. Г.М. Кнорринг, Н.М. Фадин, В.Н. Сидоров. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – С.–П.: Энергоатомиздат, 1992.
4. ГОСТ 26695-85 Светильники. Общин технические требования.
5. ГОСТ 17677-82 Светильники. Общин технические условия
6. Справочная книга по светотехнике/ Под ред. Ю.Б. Айзенберга, 2006
7. Правила устройства электроустановок, 6-е издание. – М., 1985
8. ДБН А. 2.2. – 3 – 2004
9. Каталог світлотехнічної продукції ВАТ «Ватра». – Тернопіль, 2007
10. Л.А. Назаренко, О.Л. Черкашина Конспект лекцій з курсу «Розрахунок і проектування світлових приладів» для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальностей 7.090605, 8.090605 – Світлотехніка і джерела світла – Харків: ХНАМГ, 2008.
11. Л.А. Назаренко, О.Л. Черкашина Методичні вказівки до курсового проекту «Розрахунок і конструювання світлових приладів» для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальностей 7.090605, 8.090605 - „Світлотехніка і джерела світла”. – Х.: ХНАМГ, 2008

3. Основні положення курсу.

1. Основні технічні характеристики, конструкції типових вузлів і елементів СП та основи конструювання СП, що забезпечують виконання комплексу світлотехнічних, електротехнічних, монтажно-експлуатаційних вимог, вимог безпеки відповідних ДСТУ.
2. Принципи вибору оптичних систем; теорія конструювання типових вузлів і елементів СП та аналіз конструкторських рішень основних груп світильників. Керівні документи по розробці світлових приладів.
3. Методи розрахунку та аналізу теплового стану СП, а також шляхи його покращення. Сучасні вимоги та технічний рівень, що пред'являються до конструкцій СП.

4. Самостійна робота передбачає опрацювання наступних питань:

4.1 Зовнішні фактори і урахування їх впливу в процесі конструювання

Рішення задач захисту СП від дії зовнішніх факторів навколишнього середовища здійснюється в основному на етапі конструювання. Найважливішими зовнішніми факторами, що впливають на світлотехнічні характеристики СП є:

- кліматичні;
- механічні;
- радіаційні;
- термічні;
- біологічні;
- електромагнітні.

Спеціальні (або екстремальні) фактори, наприклад дія вакууму або води при роботі СП в цих середовищах.

Кліматичні умови впливають на СП при транспортуванні, зберіганні і експлуатації. Температура і вологість повітря, пил, агресивні середовища, біологічні об'єкти (грибки, бактерії, комахи, гризуни), сонячна радіація, сильно розряджена атмосфера або, навпаки, підвищений тиск повітря, наявність жорсткого випромінювання, вібрація, трясіння, удари і інші дії мають великий вплив на працездатність СП. Всі ці дії повинні враховуватися за допомогою цілеспрямованих конструкторських заходів щодо захисту СП і програм спеціальних випробувань, базуватися на надійних даних про кліматичні та інші умови роботи СП.

4.1.1. Кліматичне виконання і ступінь захисту СП від впливу зовнішніх факторів

Ступінь захисту СП від впливу зовнішніх факторів є важливою характеристикою усіх СП, що визначає функціональну надійність та строк служби.

Класифікація СП за кліматичними виконаннями і категоріями розміщення надана в таблицях 1,2 Додатка А.

Класифікація таблиці 3. (Додаток А) охоплює одночасно ступінь захисту СП від проникнення твердих сторонніх частинок (включаючи пил), та ступінь захисту персоналу від стикання із струмопровідними частинами.

Захист від пилу, води, агресивних середовищ забезпечується вибором відповідних конструкційних та світлотехнічних матеріалів. Ступені захисту СП від води показані в таблиці 4. (Додаток А).

4.1.2. Захист від кліматичних дій

Кліматичні дії визначаються атмосферними умовами, до яких відносяться температура, вологість і тиск повітря, сонячне випромінювання, вітер, дощ, роса, сніг, лід, промислові гази, пісок, пил і т.п.

Світильники для виробничих будівель повинні конструюватися в кліматичних виконаннях і для категорій розміщення: У2, У3, ХЛ4, ХЛ5,

світильники для житлових і громадських приміщень ХЛ4, копалень і шахт У2, ХЛ5, для зовнішнього освітлення У1, ХЛ1, ручні світильники ХЛ1.

Світильники призначені для роботи в промислових районах повинні витримувати дію сірчастих газів ($0,02-2 \text{ мг/м}^3$), хлористих солей ($0,3-2 \text{ мг/м}^2 \times \text{доб}$). Для морської атмосфери концентрація хлористих солей збільшується до $2-2000 \text{ мг/м}^2 \times \text{доб}$

Хімічно агресивні середовища: у приміщення тваринництва дія аміаку ($0,03 \text{ г/м}^2$), сірководню $0,003 \text{ г/м}^2$ вуглекислого газу $7,8 \text{ г/м}^2$

При експлуатації наземних виробів верхнє значення атмосферного тиску 800 мм. рт. ст.

Для СП, не призначених для роботи у високогірних місцевостях (нормальна висота над рівнем моря 1000 м), нижнє робоче значення атмосферного тиску 650 мм рт.ст. , нижнє граничне значення 630 мм рт. ст.

Інтегральна поверхнева щільність потоку сонячного випромінювання (верхнє робоче значення) для висот до 15 км складає 1125 Вт/м^2 .

Ультрафіолетової області спектру ($280-400 \text{ нм}$) 68 Вт/м^2 .

Інтенсивність дощу (верхнє робоче значення) складає:

-- У,ТУ,УХЛ(ХЛ),ТС – 3 мм/хв

-- ТВ,Т, М, ТМ,ОМ,В – 5 мм/хв

Концентрація озону в приземному шарі (приводному) верхнє робоче значення 40 мкг/м^2 .

Для виконань ТС,У, ТУ – 20 мкг/м^2

Швидкість вітру верхнє граничне значення 50 м/с

Номінальні значення факторів зовнішнього середовища (нормальні кліматичні умови):

-- температура $25 \pm 10^\circ$;

-- відносна вологість повітря $45-80\%$;

-- атмосферний тиск $84-106,7 \text{ кПа}$ ($630-800 \text{ мм рт.ст.}$), якщо в стандартах на окремі групи СП не прийняті інші межі, обумовлені специфікою СП.

До заходів захисту від кліматичних дій відноситься:

-- правильний вибір ступенів захисту, відповідних матеріалів і покриттів поверхонь СП.

Основну увагу при цьому необхідно приділяти захисту від корозії за допомогою забарвлення, хімічного або електрохімічного захисту поверхонь.

4.1.3. Захист від механічних навантажень.

Призначення багатьох СП, їх доцільна область застосування у цілому ряді випадків не може бути визначена лише їх мірою захисту від дії навколишнього середовища, а також кліматичним виконанням і категорією розміщення.

Механічні навантаження, які діють на СП, обумовлені вібрацією будівель і споруд, динамічними діями на СП закріплених на верстатах і самохідних пристроях (засобах транспорту, механізмах - кранах, екскаваторах, бурових вежах), вітровими навантаженнями і ін. Конструктивні заходи по захисту від дії механічних навантажень повинні забезпечити виконання приладами заданих функцій,

підвищення надійності роботи СП, захист обслуговуючого персоналу від травматизму, шуму і вібрацій. Разом з систематичними навантаженнями, СП можуть піддаватися випадковим одиночним або багаторазовим ударам в процесі експлуатації (наприклад, при роботі в приміщеннях де має місце осколкове дроблення або в підземних приміщеннях).

Для раціональної розробки СП для транспортних засобів, верстатів, кранів, екскаваторів, бурильних веж і т.д. надзвичайно важливо знати *область можливих механічних дій*, що визначаються видом механічних факторів (вібраційні, удари одиночні і багаторазові, лінійні навантаження) і їх параметрами (діапазоном частот, максимальним прискоренням і тривалістю ударів). Для цих СП найважливішим показником призначення є ступінь захищеності від механічних дій, що характеризується інтегральною характеристикою - мірою жорсткості механічних факторів від I до XX (табл. 2.1).

Таблиця 4.1. - Діючі фактори.

Діючі факторі		Параметри характеристик			Ступінь жорсткості
		Діапазон частот, Гц	Максимальне прискорення, $\frac{m}{c^2}$	Тривалість удару	
Вібраційне навантаження		1-35	5		I
		1-60	20		III
		100-5000	400		XX
ударне навантаження	багаторазові		150	2-15	I
			1000	1-3	
	одноразові		40	40-60	I
			30000	0,2-0,5	VIII
Лінійне навантаження			100		I
					II
			5000		VII

4.2. Оптичні елементи

Все різноманіття оптичних елементів зводиться до:

- відбивачів;
- заломлювачів;
- розсіювачів;
- захисних стекол;
- ґрат і кілець, що екранують;
- світлофільтрів, поляроїдів;
- діафрагм;
- екранів;
- різних світловодів.

4.2.1. Оптичні системи, що відбивають

Відбивачі - елементи оптичних систем СП, що перерозподіляють світловий потік ламп на основі законів віддзеркалення світла. Відбивачі підрозділяються на дзеркальні, дифузні, матові; і діють на основі законів дзеркального, дифузного і направлено-розсіяного віддзеркалення.

Дифузні відбивачі рівномірно перерозподіляють випромінювання джерел і забезпечують, як правило, свічення всієї поверхні з яскравістю, приблизно однаковою в різних напрямках і на порядок меншої, ніж у джерела випромінювання.

Матовані відбивачі відображають світло направлено-розсіянно. Розсіювання випромінювання відбувається на поверхні матеріалу і мають проміжні характеристики в порівнянні з дзеркальними і дифузними пристроями. На своїй поверхні вони створюють розпливчату пляму підвищеної яскравості (розмите зображення тіла джерела випромінювання, що світить)

За конструктивними особливостями відбивачі діляться на:

Самостійні відбивачі - окремі вузли або деталі оптичної системи СП, основне призначення яких - перерозподіляти випромінювання ДС рис. 4.1 а,б,в.

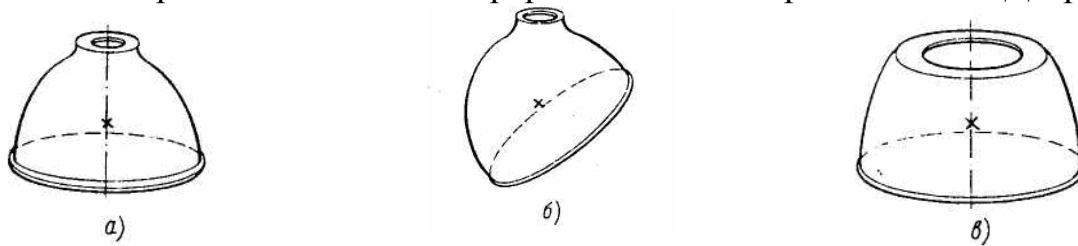


Рис. 4.1 а – глибокий випромінювач; б - кососвіт; в - переважно прямого світла з двома вихідними отворами

Цілісні відбивачі - виконані у вигляді єдиної деталі з одного матеріалу за однією технологією з безперервною лінією перетину вихідного отвору

Набірні відбивачі - складаються з різних не з'єднаних один з одним елементів, закріплених в корпусі або на панелі СП, але працюючих спільно рис 4.2 а,б,в.

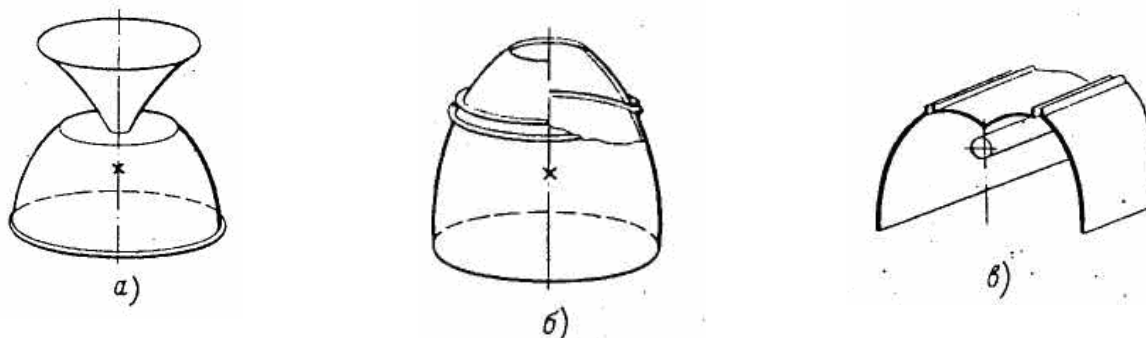


Рис. 4.2 а - двохвідбиваючий широковипромінювач; б- набірний відбивач СП з ЛР або РЛВД; в-- набірний відбивач СП з ЛЛ

Комбіновані відбивачі - відбивачі, одночасно виконуючі та інші функції (суміщені з іншими вузлами або елементами конструкції рис 4.3 а,б,в.

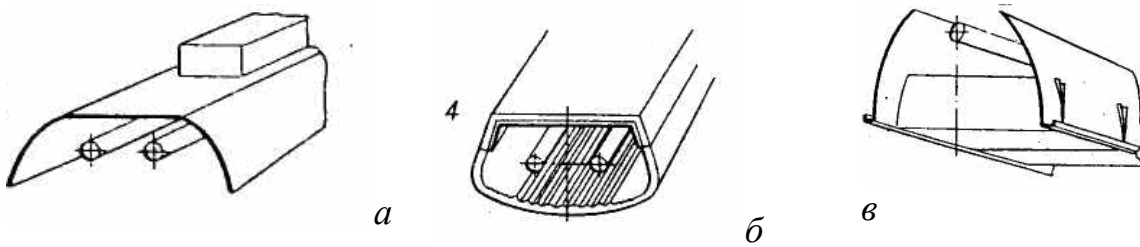


Рис. 4.3 *а* - корпус-відбивач; *б* - панель-відбивач; *в* - відбивач-екрануючі ґрати

Незамкнуті відбивачі

Цілісні циліндрові відбивачі використовуються в СП з лінійними лампами (ЛЛ, НЛВД, ксеноновими трубчастими, трубчастими ГЛН). відбивачі з ЛЛ (що не несуть ніякого навантаження) виготовляються з тонколистової холоднокатаної сталі товщиною 0,5 мм рис.

4.4. Для додання необхідної жорсткості великій поверхні відбивача з тонкого матеріалу потрібне вживання спеціальних

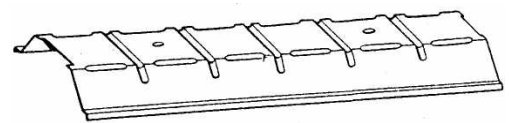


Рис. 4.4

заходів: виконання жорсткісного відгинання кінців повздовжніх поверхонь відбивача, витяжка поперечних ребер жорсткості і т.і.

У основних видах дзеркальних відбивачів використовуються оптичні властивості параболічних, еліптичних, гіперболічних, циліндрових і плоских дзеркальних поверхонь, а також поверхонь, що поєднують їх особливості (рис. 4.5).

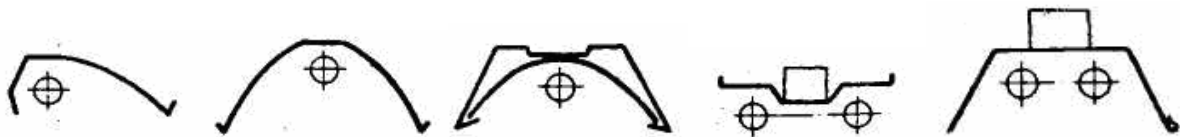


Рис. 4.5

Головною властивістю параболи є віддзеркалення всіх променів від джерела світла, розташованого у фокусі параболи, у напрямі її оптичної осі. Використання цієї властивості параболи дозволяє одержувати найбільшу концентрацію випромінювання в необхідних напрямках простору.

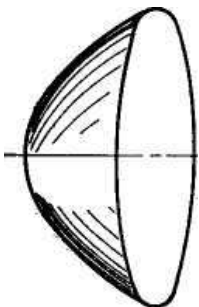


Рис. 4.6

Параболоїдні відбивачі створюють конічні світлові пучки з круговим контуром і найменшими можливими кутами випромінювання (рис.4.6). Проте, параболоїдні оптичні системи з відбивачами, що мають гладку поверхню жорсткі системи. Вони не можуть забезпечити плавне регулювання характеристик світлового пучка СП - сили світла, кута розсіювання, однорідності розподілу світлового потоку в пучку. Для зміни сили світла потрібна зміна геометричних розмірів відбивачів. Для варіювання кута розсіювання потрібна зміна кута обхвату відбивача.

Для еліпсоїдних відбивачів, поверхня яких утворена внаслідок обертання

частини еліпса навколо його осі, заснована на властивості еліпса збирати в одному з фокусів всі відбиті промені, що вийшли з іншого фокусу. Еліпсоїд обертання забезпечує найбільшу концентрацію випромінювання джерела в одній точці (або області, якщо джерело випромінювання відрізняється від точки) на осі СП.

Використання багатошарових покриттів дозволяє значно підвищити ККД СП (завдяки тому, що покриття можуть мати коефіцієнт віддзеркалення 0,96) і поліпшити їх тепловий режим, оскільки через багатошарове покриття може проходити до 80% ІЧ - випромінювання, що випускається ДС і падає на відбивач. При цьому зменшується теплонадходження від СП в освітлюване приміщення, особливо при вбудовуванні їх в стелю. Застосування таких СП з "холодним жмутком" (СП холодного світла) особливо бажано при освітленні картин в музеях і галереях, харчових продуктів і в інших випадках, коли при сильному освітленні треба знизити теплові навантаження.

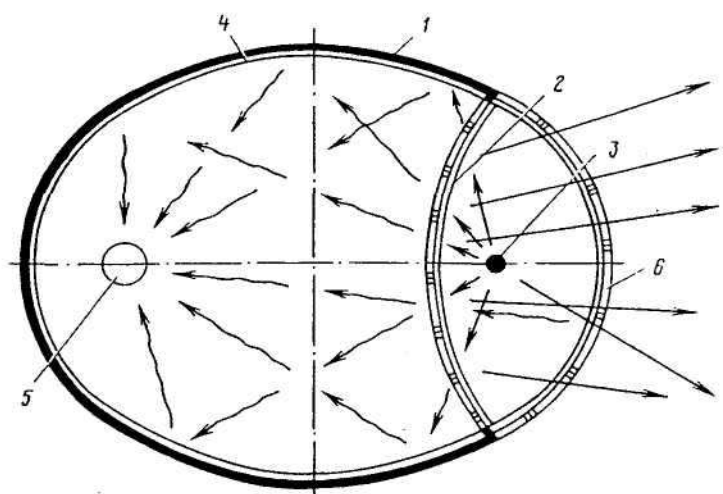


Рис. 4.7

Підвищення ефективності СП дає оптична система (рис. 4.7), що відбиває. Вона складається з еліптичного скляного відбивача 1 з багатошаровим покриттям 4, в одному з фокусів якого розташований ДС 3, а в другому - приймальня що утилізувала тепло труба 5 з рідким теплоносієм, і параболоїдного скляного відбивача 2 з багатошаровим покриттям з фокусом в точці розташування ДС.

Світло лампи, що потрапило на параболоїдний відбивач 2, посиляється в заданому напрямі у вигляді концентрованого пучка. ІЧ складова випромінювання (хвилясті лінії), що впало на відбивач 2, проходить через нього і за допомогою відбивача 1 концентрується на трубі з теплоносієм і утилізувався. Ефективність системи може бути ще вищою, якщо відповідне число шарів покриття нанести на скляну поверхню 6 еліпсоїда, вихідний отвір системи, в цілях додаткового використання ІЧ-випромінювання, що впало на нього.

Для більшості СП з ДС, що мають концентроване тіло високої яскравості (ЛР, ГЛР, МГЛ, НЛВД), що світить, в цілях виключення піків в КСС і створення рівномірного безблимного освітлення доцільно використання не чисто дзеркальних відбивачів з гладкою поверхнею, а відбивачів із слабкою матовою або фактурною поверхнею.

При використанні регулярного мікрорельєфу необхідно мати на увазі, що якщо для дзеркальних СП з ДРЛ він практично не впливає на світлотехнічні характеристики, то мікрорельєф на відбивачах СП з ДНаТ помітно покращує КСС, виключаючи провали в ній завдяки додатковому розсіянню потоку.

Нанесення мікрорельєфу не зменшує ККД і практично не впливає на експлуатаційну стійкість відбивача до багатократного очищення. Разом з тим вид мікрорельєфу - крупний, середній або дрібний - впливає на форму КСС. Крупний і середній мікрорельєфи завжди "розмивають" КСС, дрібний же у ряді випадків декілька концентрує світловий потік.

Контрвідбивачі

Певне місце в оптичних системах СП займають контрвідбивачі, призначені для підвищення концентрації світлового потоку (збільшення сили світла в необхідних напрямках) СП прожекторного; типу за рахунок екранування прямого світла лампи, погіршуючого якість освітлення (рис. 4.8).

Контрвідбивачі найчастіше є сферичні відбивачі малого діаметру, що встановлюються в безпосередній близькості від лампи. Світловий потік лампи, що перехоплюється контрвідбивачем, потрапляє на основний відбивач, збільшуючи частину потоку в корисному світловому пучку і покращуючи рівномірність освітлення. Роль контрвідбивача може грати дзеркалізований купол лампи.

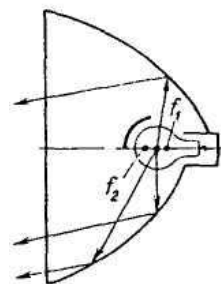
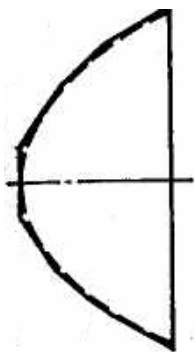


Рис. 4.8

Для прожекторів дальньої дії, вимоги до рівномірності пучка диктують необхідність застосування плоских відбивачів з малими кутами охоплення. У інших випадках, наприклад для маяків, рівномірність розподілу світлового потоку в пучку не тільки не потрібний, але і небажана, і тоді техніко-економічно значно вигідніше застосовувати в оптичній системі глибокі відбивачі з великими кутами охоплення. Якнайкраща рівномірність розподілу світлового потоку в пучку забезпечується при плоских відбивачах з кутами охоплення близько 120° . При кутах охоплення близько 240° захоплений оптичною системою потік значно зростає і розподіляється навколо незмінної центральної частини світлового пучка, при цьому загальний тілесний кут випромінювання СП збільшується в 3 рази, а рівномірність розподілу потоку помітно погіршується.

У разі потреби різкого збільшення використання потоку тіла лампи, що світить, при забезпеченні високої концентрації випромінювання по оптичній осі можливо використання оптичної системи, що складається з дзеркального параболоїда і сферичного контрвідбивача з центральним вихідним отвором.

Оптичні системи, що відбивають, які концентрують світловий потік в об'ємі на деякій ділянці оптичної осі, дозволяють створити високу щільність випромінювання. Такі системи застосовуються в проєкційних СП, оптичних печах і інших технологічних концентраторах.



Висока рівномірність освітлення забезпечується при роботі оптичних систем на основі *пластинчастих (фацетних) дзеркальних відбивачів*. Шляхом зміни розміру пластин можна одержати різні необхідні кути розсіювання СП. Кожна пластина такого відбивача створює повне зображення тіла, що світить, при цьому освітленість від кожної пластини змінюється так само плавно, як безпосередньо від ДС (без відбивача). Відомо, що при використанні для освітлення безпосередньо ДС з будь-якою нерівномірністю розподілу яскравості жодної плямистості не виходить (рис. 4.9).

Рис. 4.9 В основному застосовуються пластинчасті параболоїдні відбивачі, які створюють коефіцієнт посилення від одного десятка до декількох, забезпечують кути розсіювання в декілька десятків градусів. По вказаних параметрах СП з пластинчастими параболоїдними відбивачами займають проміжне положення між СП з суцільними (гладкими) параболоїдними відбивачами і дзеркальними СП.

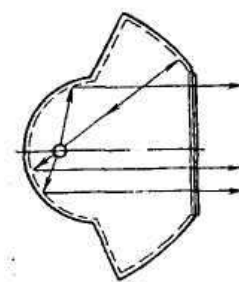


Рис. 4.10

На рисунку 4.10 показано дзеркальний параболоїд і сферичний контрвідбивач з центральним вихідним отвором, якій дає збільшення використання світлового потоку тіла, що світиться, при високій концентрації випромінювання по оптичній осі.

Перевага дзеркальних відбивачів полягає в тому, що вони забезпечують вищі коефіцієнти використання, але, залежність їх характеристик від умов експлуатації і відносно більше вимоги, які пред'являються до якості їх обслуговування, значно вище, ніж при використанні дифузних СП.

4.2.2 Світлопропускаючі елементи

Світлопропускаючі елементи оптичних приладів підрозділяють на:

- розсіювачі;
- заломлювачі;
- захисні і декоративні елементи;
- світловоди.

Для побутових світильників: декоративне скло - світлопропускаючий елемент виконуючий тільки декоративну функцію.

Декоровані стекла – стекла поверхня яких в цілях покращення світлотехнічних або декоративних параметрів частково матірована або пофарбована і має малюнки.

Рифлене – скло, поверхня якого має рифлення, грані.

Матеріалі, які використовують: скло, пластмаса, тканини, папір, дерев'яні шпон, рисова соломка.

Розсіювачі і захисні елементи з силікатного скла

Ці елементи володіють високою нагрівостійкістю, крихкістю, великою масою і крихкістю, застосовуються в основному у відносно малогабаритних і теплонапружених конструкціях СП з достатньо могутніми концентрованими

високотемпературними ДС.

Типові форми розсіювачів і захисних елементів з силікатного скла приведені на рис. 4.11.

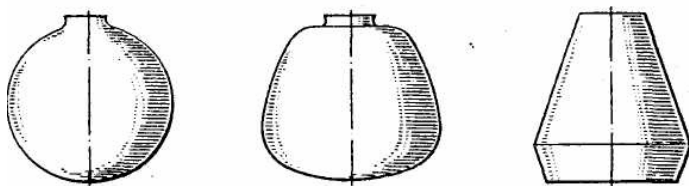
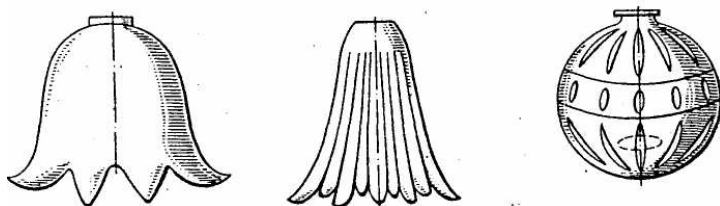
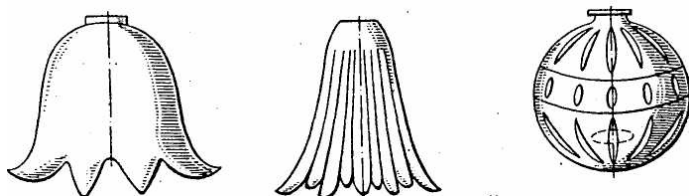


Рис. 4.12 а - видувні



б - пресовані



в - пресовидувні

Типи стекол і їх інтегральні коефіцієнти пропускання повинні відповідати приведеним табл. 4.2.

Таблиця 4.2. - Типи стекол і їх інтегральні коефіцієнти пропускання

Позначення типу скла	Найменування	Інтегральний коефіцієнт пропускання %	
		Не менше	Не більше
П	Безбарвне прозоре	80	-
Ц	Кольорове	50	-
Про	Опалове	65	80
М	Молочне	40	75
Н	Накладне молочне	50	75
Т	Накладне молочне кольорове	30	60
Г	Глушене газоповітряними включеннями	40	75
У	Інші види	40	80

При цьому для виробів з декорованого скла, кольорового рифленого скла, сульфідного скла інтегральний коефіцієнт пропускання повинен бути не менше 30%. Для виробів з безбарвного прозорого рифленого скла – не менше 50%

Основні умовні позначення силікатних стекол по ДСТУ:

- 1) «Розсіювач», «Захисне скло», «Декоративне скло»;
- 2) тип скла по таблиці;
- 3) числа що характеризують зміст свинцю % у склі (не указується для захисних і декоративних стекол і для розсіювачів із сортових стекол);

- 4) вид обробки поверхні виробу (Б – без обробки, Д – декоративні стекла, Р – рифлені стекла, З – змішана обробка поверхні);
5) літера і дві цифри, що позначають тип кріплення.

Розсіювачі і захисні елементи з пластмаси

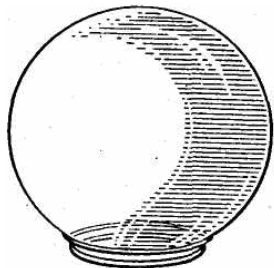
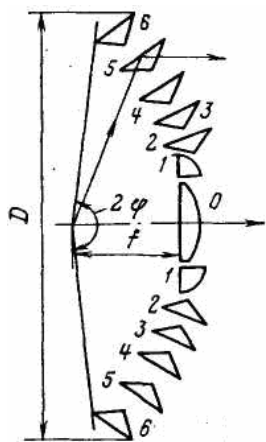


Рис. 4.13

Розсіювачі і захисні стекла з пластмаси використовують в СП з низькотемпературними ДС (рис. 4.13). Розсіювачі з термопластичних матеріалів для СП з ЛЛ виготовляються з листового матеріалу (поліметилметакрилату і полівінілхлориду).

Полікарбонат – найбільш нагрівостійка світлопропускаюча високоміцна, стійка до ударів пластмаса. Може використовуватися з високотемпературними ДС (ЛР, ГЛР, ДРЛ, МГЛ). Замкнуті розсіювачі або захисні стекла з полікарбонату кульової, кубічної, еліпсоїдної форми використовують в СП для зовнішнього освітлення

4.2.3 Оптичні системи, що заломлюють



а

Рис. 4.14

Заломлюючі (лінзи і призми) оптичні системи в прожекторах для кіностудій, театрів, телебачення і в інших подібних СП не дають провалів яскравості в центральній частині освітлюваної на близьких відстанях поверхні, дозволяють плавно змінювати світловий пучок від вузького до широкого без погіршення рівномірності розподілу світлового потоку при розфокусуванні ДС (рис. 4.14); у СП з круглосиметричними ДС можливо добитися коефіцієнта посилення під великими кутами до вертикальної осі $80-85^\circ$; можливо створювати несиметричне в екваторіальних площинах світлорозподілення; забезпечувати уніфікацію конструкцій СП (з одним і тим же корпусом і відбивачем при заміні тільки заломлювача різко змінювати характер світлорозподілення).

Лінзові оптичні системи

Дискові лінзи – результат обертання плоско-опуклої лінзи навколо оптичної осі.

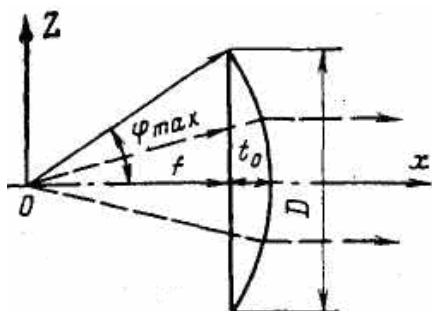


Рис. 4.15 D – діаметр; t_o – товщина; f – фокусна відстань; φ_{\max} – кут охоплення.

Плоско-опукла лінза показана на рис. 4.15.

Промені джерела світла, поміщеного у фокус плоско-ввігнутої лінзи, після заломлення направлені уздовж осі лінзи (найбільша концентрація світла уздовж осі).

Однак при $2\varphi_{\max} > 30^\circ$ збільшується сферична і хроматична аберація, зростають втрати світла в лінзі.

Лінзові оптичні системи дозволяють одержати декілька світлових пучків від СП з одним ДС і декількома лінзами або однією циліндровою лінзою в установках світлової сигналізації (у морських і авіаційних маяках, сигнальних вогнях злітно-посадочних смуг аеродромів). У багатолінзових оптичних системах можна добитися значного підвищення значень коефіцієнтів використання системи.

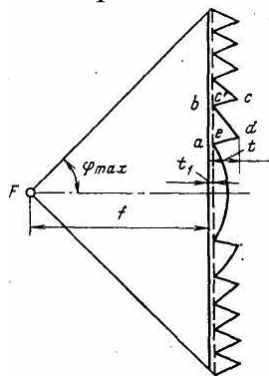


Рис. 4.16

Френелівські лінзи забезпечують більший кут охоплення при малій товщині. Складаються з елементів симетричних відносно плоско-опуклої лінзи (рис. 4.16).

Кут обхвату 45° - втрати складають 16% 60° - втрати - 40%.

Циліндрові лінзи Френеля застосовуються у загороджувальних вогнях кругового огляду світло-сигнального обладнання, дискові лінзи – в прожекторах.

Оптичні системи з використанням заломлюючих систем забезпечують високий ККД, однак, висока яскравість, що приводить до підвищеної сліпучої дії обмежує область застосування.

Призматичні розсіювачі і заломлювачі

Використання призматичних заломлювачів для світильників громадських будівель замість молочних розсіювачем підвищує ККД до 6-12%, підвищує коефіцієнт використання, знижує яскравість світлового отвору в зоні захисних кутах, покращує зовнішній вигляд світильника.

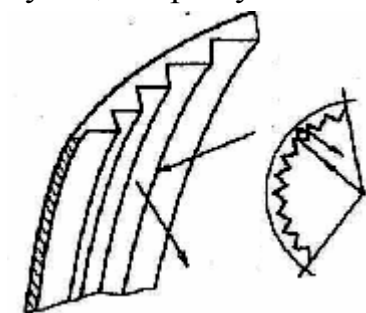


Рис. 4.17

Проте, із за порушення експлуатаційних вимог використання СП з призматичними заломлювачами для виробництва, вулиць, підземні виробіток не тільки на зовнішній, але і на внутрішніх гранях не допустимо. У світильниках цього призначення застосовують здвоєні заломлювачі: на звернених один до одного поверхнях яких, наносять поперечні і подовжні призми.

У поєднанні з заломлювачем (або без нього) застосовуються призматичні відбивачі з елементами, що працюють на основі повного внутрішнього віддзеркалення (рис. 4.17).

4.2.4 Комбіновані оптичні системи

Для різкого зниження сліпучої дії зустрічних машин конструюють дзеркально-призматичні лампи-фари із спеціальною оптичною системою, що перетворює структуру випромінювання.

Фара поляризованого світла показана на рисунку 4.18. Поляризатор 4 розташований між двома скляними тілами 2 і 3, під кутом Брюстера до оптичної осі відбивача, і світло, що пройшло через нього лінійно поляризоване в площині падіння. Відбите від поляризатора світло, поляризоване перпендикулярно площині падіння, також використовується за допомогою дзеркала 1, що не змінює площини поляризації.

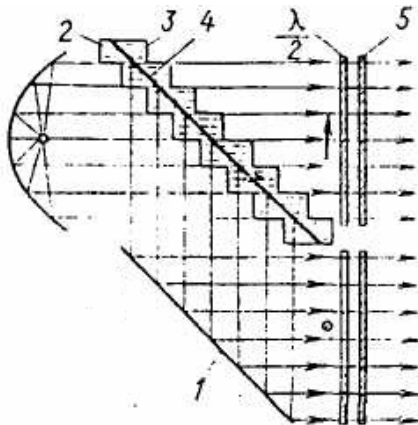


Рис. 4.18

На лобових стеклах автомобілів при їх зустрічному роз'їзді площини поляризації розсіювачів фар одного і лобового скла іншого автомобіля будуть взаємно перпендикулярні, пряме світло фар не буде пропущене лобовим склом (оскільки поляроїд пропускає тільки складові поперечних коливань, паралельні його площини поляризації) і засліплення водія буде виключено. Пластижки 5 "в півхвилі" повертають площину поляризації на 45° до збігу.

4.3. Тепловий режим і врахування його при конструюванні світлових приладів

Надійність і безпека роботи СП, їх світлотехнічні і електротехнічні характеристики залежать від теплового режиму. При невідповідності теплового режиму приладів і температурних характеристик застосованих в них комплектуючих виробів і матеріалів скорочує термін служби СП внаслідок висихання ізоляції монтажних дрітків, обгорання пластмасових патронів, виходу з ладу ПРА, пробією конденсаторів і т.д. При високій температурі покриття, що відбивають, жовтіють, захисні плівки втрачають прозорість внаслідок чого погіршуються світлотехнічні характеристики СП (зменшується ККД, деформується КСС). Тепловий режим СП є одним з найважливіших факторів при виборі габаритних розмірів світильників. Враховуючи те, що основна частина електричної енергії, що підводиться до джерел світла, безпосередньо переходить в тепло, а менша випромінюється у вигляді світлового потоку, проблема теплового режиму СП стає однією з провідних проблем при конструюванні.

Таблиця 4.3. Розподіл енергії для різних джерел світла

Вид енергії	ЛР 300-500 Вт	ЛЛ 40 Вт	ДРЛ 400 Вт	МГЛ 400 Вт	НЛВТ 400 Вт
Світлове випромінювання %	10,0-12,0	19,0	13,9	23,0	29,5
Теплота, яка передається теплопровідністю і конвекцією, %	20,2-17,7	36,1	72,4	14,7	14,0
Теплове ІЧ – випромінювання, %	68,7-70,3 (від 0,7 до 5 мкм)	30,7	72,4	62,2	56,0
УФ - випромінювання	-	0,4	1,6	-	0,5
Втрати в ПРА, %	-	13,8	12,1	Без урахування втрат в ПРА	

Примітки:

Теплообмін - мимовільний незворотній процес передачі енергії від більш нагрітих тіл (або ділянок тіла) до менш нагрітих *без здійснення роботи*. Якщо декілька тіл з різними температурами привести в зіткнення, то між ними здійснюється теплообмін (*за рахунок обміну енергіями хаотично рухомих молекул*), внаслідок якого відбувається вирівнювання температур.

Теплообмін здійснюється шляхом *теплопровідності, конвекції і температурним випромінюванням (поглинанням)*.

Теплопровідність - передача енергії від більш нагрітих частин тіла до менш нагрітих, що приводить до вирівнювання температур. В процесі теплопровідності енергія атомів і молекул більш нагрітих ділянок речовини передається сусіднім, холоднішим. З часом, внаслідок зіткнення молекул, відбувається вирівнювання їх середніх кінетичних енергій, а значить, і температури

Конвекція - обмін енергією між рухомим нерівномірно нагрітими частинами газів або рідин.

Температурне випромінювання (поглинання) - передача енергії без безпосереднього контакту тіл, що обмінюються енергією. Полягає у випромінюванні (поглинанні) тілами електромагнітних хвиль за наявності різниці температур між будь-якими тілами і усередині кожного тіла.

Енергію, передану термодинамічній системі зовнішніми тілами шляхом теплообміну, називають *теплотою (кількістю теплоти)*, одержуваною системою від зовнішнього середовища.

4.3.1 Розрахунок теплового режиму

У основі теплотехнічних розрахунків СП лежить складання і розв'язання рівнянь енергетичного балансу для СП в цілому і для основних його елементів.

При складанні рівнянь приймаються такі положення:

1. Вся енергія, що підводиться до ламп, розсіюється СП в навколишньому просторі у вигляді теплового потоку і потоку випромінювання, при цьому теплові потоки, які передаються за допомогою теплопровідності повітря, нехтуючі малі;

2. Нагрів елементів СП відбувається на їх внутрішніх поверхнях за рахунок поглинання теплових потоків і потоків випромінювання;

3. Охолодження у всіх випадках (крім примусового) відбувається тільки із зовнішньої поверхні шляхом конвекції і випромінювання;

4. Елементи оболонки ізометричні $T = const$, їх температура в основному трохи змінюється по поверхні.

На рис. 4.13 надана спрощена схема СП з точеним джерелом світла - И і конічним відбивачем - О та розсіювачем – Р.

Підведена до СП енергія споживається джерелом випромінювання і розсіюється в навколишнє СП середовище в основному за допомогою випромінювання і конвекції

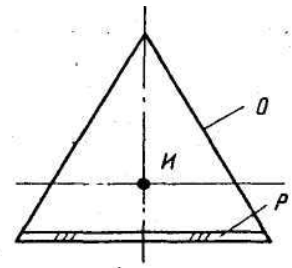


Рис 4.13. И – джерело світла, О – відбивач, Р – розсіювач.

$$P_L = Q_{И} + Q_K \quad ,$$

де P_L -- потужність, споживана лампою, $Вт$;

Q_K - тепловий потік, що втрачається СП конвекцією, $Вт$

$Q_{И}$ - тепловий потік, що втрачається СП випромінюванням ІЧ хвиль.

$$Q_{И} = Q_{И.ВИД} + Q_{И.ИК} = Q_{И.ВИД} + Q_{И.О.} + Q_{И.Р.} \quad ,$$

де $Q_{И.ВИД}$ - тепловий потік, що виділяється СП випромінюванням у видимій і ІЧ – областях спектру, $Вт$;

$Q_{И.О.}$ - тепловий потік, переданий випромінюванням в ІЧ - області відбивачем і розсіювачем, $Вт$.

$$Q_K = Q_{К.О.} + Q_{К.Р.} \quad ,$$

де $Q_{К.О.}$ - тепловий потік, переданий конвекцією від відбивача і розсіювача, $Вт$

$$Q_{И.ВИД} = \eta_c P_{И.ВИД} \quad ,$$

де η_c - світловий ККД СП;

$P_{И.ВИД}$ - потужність лампи, що витрачається на випромінювання у видимій області, $Вт$

Закон Стефана-Больцмана затверджує пропорційність 4-й ступені абсолютної температури T і повною випромінюючею здатністю тіла. На підставі закону Стефана-Больцмана вираз для теплового потоку, що випромінюється відбивачем:

$$Q_{И.О.} = \varepsilon_0 \sigma \left[\left(\frac{t_0}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_B}{100} \right)^4 \right] S_0 \quad ,$$

де ε_0 — приведений коефіцієнт випромінювання (ступінь чорноти);

σ - постійна Стефана-Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Вт}{м^2 \cdot C^4}$;

t_0, t_B - абсолютні температури відбивача і навколишнього повітря, $К$;

S_0 - площа зовнішньої поверхні відбивача $м^2$.

Тепловий потік, що віддається відбивачем конвекцією:

$$Q_{K.O.} = \alpha_0(t_0 - t_B)S_0 ,$$

де α_0 - коефіцієнт тепловіддачі відбивача $Bm/m^2 \cdot C$.

Коефіцієнт α_0 рівний $C\Delta t^N$ (C і N - сталі для даних умов теплообміну). Звідси видно, що перепад температур Δt є рушійною силою будь-якого конвекційного теплообміну.

Рівняння теплового балансу: сума енергій, що виділяються світильником у видимій області спектру, відбивачем і розсіювачем:

$$P_L = \eta_C P_{И.ВИД} + S_0 \left\{ \sigma \varepsilon_0 \left[\left(\frac{t_0}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_B}{100} \right)^4 \right] + \alpha_0 (t_0 - t_B) \right\} + \\ + S_P \left\{ \sigma \varepsilon_P \left[\left(\frac{t_P}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_B}{100} \right)^4 \right] + \alpha_P (t_P - t_B) \right\} ,$$

де α_P - коефіцієнт тепловіддачі розсіювача.

Шукані значення температур відбивача t_0 і t_P розсіювача пов'язані з постійними для вибраної конструктивної схеми, джерела випромінювання і матеріалів значеннями $P_{И.ВИД}$.

Для визначення t_0, t_B складають рівняння енергетичного балансу відбивача СП, що одержує тепло від лампи і що віддає його в зовнішній простір:

$$Q_{И.О.} + Q_{K.O.} = Q_{И.Л.}^0 + Q_{К.Л.}^0 ,$$

де $Q_{И.Л.}^0, Q_{И.Л.}^0$ - тепловий потік, що відноситься від лампи випромінюванням і отримуванні поверхнею відбивача;

$Q_{К.Л.}^0$ - тепловий потік, що відноситься від лампи конвекцією і передається відбивачу.

Внутрішня поверхня відбивача одержує $Q_{И.Л.}^0$:

1. від прямого опромінювання лампою;
2. внаслідок багаточисленного відбиття випромінювання між розсіювачем і відбивачем у внутрішній порожнині СП:

$$Q_{И.Л.}^0 = P_L q_{И} \varphi_{И}^0 ,$$

де $q_{И}$ - частка енергії лампи, що витрачається на випромінювання складається з енергії випромінювання тіла, що світить.

$$q_{И} = q_{C.T.} + q_{И.К.} ,$$

де $q_{C.T.}$ і $q_{И.К.}$ - енергії ІЧ- випромінювання нагрітої скляної колби лампи;

$\varphi_{И}^0$ - частка випромінюваною лампою енергії, що потрапляє на відбивач внаслідок прямого опромінювання і багаторазового відбиття.

Тепловий потік, що відноситься від лампи конвекцією, що передається відбивачу:

$$Q_{К.Л.}^0 = P_{Л} q_{К} \varphi_{К}^0,$$

де $q_{К}$ - частка енергії лампи, що відноситься конвекційними потоками;
 $\varphi_{К}^0$ - частка енергії лампи, що відноситься конвекційними потоками і що потрапляє на відбивач

Баланс енергії, що підводиться і розсіюється, для відбивача:

$$S_0 \left\{ \sigma \varepsilon_0 \left[\left(\frac{t_0}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_B}{100} \right)^4 \right] + \alpha_0 (t_0 - t_B) \right\} = P_{Л} [(q_{С.Т.} + q_{И.К.}) \varphi_{И}^0 + q_{К} \varphi_{К}^0].$$

Сумісне розв'язання рівнянь теплового і енергетичного балансу дає значення температур відбивача і розсіювача.

Складові теплового потоку ламп, площі і середні значення температури колб, ламп і патронів приведені табл. 1. (додаток А)

Вплив на температури елементів СП роблять:

- 1) розмір площі поверхонь СП, що беруть участь в теплообміні;
- 2) параметри застосованих матеріалів;
- 3) значення споживаної потужності лампи;
- 4) світловий ККД лампи і його залежність від температури в СП.

4.3.2 Теплотехнічний розрахунок СП з ЛЛ

Розподіл енергії вбудованого СП з ЛЛ класу IV-B2 (рис. 4.14)

Теплові потоки, що надходять на технічний поверх внаслідок конвекції - $Q_{К}^T$, випромінювання - $Q_{И}^T$; $Q_{И}^П$ - теплові потоки, що надходять в приміщення. Рівняння балансу енергії для СП з урахуванням зміни параметрів ЛЛ під впливом температури:

$$p(t_{Л}) P_0 n = Q_{К}^T + Q_{И}^T + Q_{К}^П + Q_{И}^П + Q_T,$$

де $p(t_{Л}) P_0 n$ - енергія, споживана лампами

при температурі $t_{Л}$ на лампах, $Вт$ ($p(t)$ показує частку номінальної потужності ламп P_0 , споживану лампами при $t_{Л}$); n - число ламп в СП; Q_T - тепло, СП за рахунок теплопровідності будівельних конструкцій, що втрачається, $Вт$.

Випромінювання $Q_{И}^П$ складається з потоку випромінювання $E'_{Л}$ люмінофора ламп в діапазоні видимої області спектру і довгохвильового випромінювання $E_{Л}$ нагрітої колби лампи

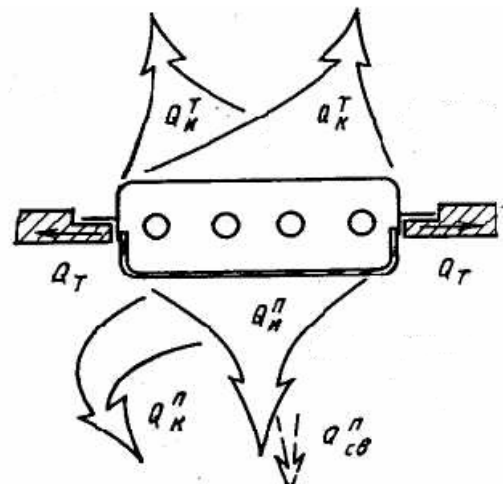


Рис. 4.14

$$Q_{II}^{\Pi} = E'_{\Pi} + E_{\Pi} ,$$

$$\text{де } E'_{\Pi} = P_0 \eta_0 \Phi_{\Pi}^m(t_{\Pi}) n / S_{\Pi} , \quad E_{\Pi} = \alpha_{\Pi} \sigma \left(\frac{t_{\Pi}}{100} \right)^4 ,$$

де $\Phi_{\Pi}^m(t_{\Pi})$ - частка максимального світлового потоку лампи при температурі колби t_{Π} ; η_0 - світловий ККД ЛЛ при оптимальній температурі колби

Сумарна енергія випромінювання ламп:

$$E_{\Pi}^{\Sigma} = \alpha_{\Pi} \sigma \left(\frac{t_{\Pi}}{100} \right)^4 + P_0 \eta_0 \Phi_{\Pi}^m(t_{\Pi}) \frac{n}{S_{\Pi}} ,$$

Кількість тепла, що відводиться від СП конвекцією:

$$Q_K^T = \alpha_T (t_o - t_{B.T.}) S_o = 1,46 \Delta t^{1/3} S_o ,$$

$$Q_K^{\Pi} = \alpha_{\Pi} (t_P - t_{B.П.}) S_P = 1,46 \Delta t^{1/3} S_P ,$$

де α_T - коефіцієнти конвекційного теплообміну для технічного поверху і приміщення $Bm / m^2 \cdot ^\circ C$;

t_o - середні температури відбивача і розсіювача $^\circ C$;

$t_{B.T.}$ - температури повітря на технічному поверсі і в приміщенні;

S_o - площі поверхонь відбивача і розсіювача, що беруть участь в теплообміні.

Кількість тепла, випромінюваного відбивачем СП на технічний поверх (теплообмін випромінюванням між відбивачем і захищаючими конструкціями технічного поверху розглядається як теплообмін між тілами замкнутої системи)

$$Q_{II}^T = \varepsilon \sigma \left[\left(\frac{t}{100} \right)^4 - \left(\frac{t'_T}{100} \right)^4 \right] S_o ,$$

де t'_T - середня абсолютна температура захищаючих конструкцій технічного поверху.

Сумарний тепловий потік, що виділяється на технічному поверсі:

$$Q_T = Q_K^T + Q_{II}^T = \left\{ 1,46 \xi (t_o - t_{B.T.})^{1/3} + \varepsilon_o \sigma \left[\left(\frac{t_o}{100} \right)^4 - \left(\frac{t'_T}{100} \right)^4 \right] \right\} S ,$$

де ξ - коефіцієнт, залежний від спрямованості теплового потоку

Тепловий потік, що передається від ДС відбивачу конвекцією:

$$Q_{K..Л}^O = C \lambda (t_{\Pi} - t_o)^{5/4} S_o ,$$

Тепловий потік, що передається від ДС розсіювача теплопровідністю:

$$Q_{T..Л}^O = \frac{\lambda}{\delta_1} (t_{\Pi} - t_o) S_P ,$$

де λ - теплопровідність; δ_1 - відстань від ламп до розсіювача; C - постійна, залежна від товщини повітряного прошарку між лампами і відбивачем.

Тепловий баланс відбивача складається з тепла, що одержується випромінюванням та конвекцією і що розсівається на технічний поверх:

$$1,46\xi(t_o - t_{B.T})^{4/3} + \varepsilon\sigma\left[\left(\frac{t_K}{100}\right)^4 - \left(\frac{t'_T}{100}\right)^4\right] = \frac{1}{S_o}\sum Q_o + C\lambda(t_{\text{Л}} - t_o)^{5/4},$$

де $\sum Q_o$ - сумарний тепловий потік сприйманий відбивачем.

Рівняння теплового балансу розсіювача:

$$\frac{1}{S}\sum Q_p + \frac{\lambda}{\delta_1}(t_{\text{Л}} - t_p) = 1,46\xi_p(t_p - t_{B.П})^{4/3}$$

де $\sum Q_p$ - сумарний тепловий потік, сприймаємий розсіювачем.

Рівняння теплового балансу СП в цілому (без урахування втрат на теплопровідність будівельних конструкцій):

$$p(t_{\text{Л}})P_o n \approx \left\{ 1,46\xi_o(t_K - t_{B.T})^{4/3} + \varepsilon\sigma\left[\left(\frac{t_o}{100}\right)^4 - \left(\frac{t'_T}{100}\right)^4\right] \right\} S_o + \\ + 1,46\xi(t_p - t_{B.П})^{4/3} S_p + \sum Q_c,$$

На підставі одержаних даних роблять висновки щодо габаритних розмірів розроблених світильників:

1. Розрахункові значення t_i менше допустимих температур на елементах СП (запас більше 30%): можливий перерахунок габаритів основних елементів (корпусу, розсіювача, відбивача) у бік зменшення.

2. Температури на критичних до нагріву елементах в основному відповідають їх робочим режимам і лише на деяких з них перевищують допустимі значення в 1,2-1,3 разу: можливі зміни розташування цих елементів, додатковий тепловий захист, використання ПРА з термовідключаючими елементами, теплотехнічне розділення зон розміщення патронів і ламп за допомогою тепловідбиваючих екранів, застосування теплофільтрів між лампами і розсіювачами або лампами і захисним склом, використання інтенсивної природної вентиляції теплонапружених порожнин.

3. Температура на окремих елементах СП більш ніж в 1,3 разу перевищує допустимі значення: необхідно переглянути вибрані конструктивно-світлотехнічну схему і матеріал, збільшити габарити основних вузлів, вжити спеціальні заходи по зниженню теплонапруженості.

Таблиця 1

Індекс	Клімат
У	Помірний
ХЛ	Холодний
ТВ	Тропічний вологий
ТС	Тропічний сухий
Т	Тропічний сухий та вологий
О	Будь-який на суші
В	Будь-який на суші та морі

Таблиця 2

Індекс категорії розміщення	Характеристика розміщення СП
1	Для роботи а відкритому повітрі
2	Для роботи в приміщеннях, які мають вільний доступ зовнішнього повітря або під дахом (при відсутності опадів та радіації)
3	Для роботи в закритих приміщеннях з природною вентиляцією (коливання внутрішніх факторів набагато менш зовнішніх)
4	Для роботи в приміщеннях з кліматичними факторами, які частково регулюються, в тому разі:
4.1	Для роботи в приміщеннях з кліматичними факторами, які частково регулюються – кондиціонуванням повітря.
4.2	Для роботи в приміщеннях з кліматичними факторами, які частково регулюються – в житлових, лабораторіях.
5	Для роботи в приміщеннях з підвищеною вологістю (неопалювані, невентильовані, підземні, шахтні, судові, підвальні, на виробництві)

Таблиця 3

Індекс	Клас СП	Підклас СП	Ступінь захисту СП
2	Пилонезахищені	Відкриті	Спеціальний захист від пилу відсутній; є захист від стикання з пальцями
		Перекриті	Спеціальний захист від пилу відсутній; проникнення пилу обмежено світлопрозорою оболонкою
5	Пилозахищені	Повністю пилозахищені	Захист від попадання пилу на струмоведучі частини та на колбу; Допустиме незначне проникнення пилу; Повний захист персоналу від можливого стикання пальцями
		З обмеженим пилозахистом	Захист від попадання пилу на струмоведучі частини; Допустиме незначне проникнення пилу; Повний захист персоналу від можливого стикання пальцями
6	Пилонепроникні	Повністю пилонепроникні	Повний захист від пилу; Повний захист персоналу від можливого стикання пальцями
		З обмеженою пилонепроникністю	Повний захист від попадання пилу на струмоведучі частини; Повний захист персоналу від можливого стикання пальцями

Таблиця 4

Числовий індекс	Клас СП	Ступень захисту від води
0	Водонезахисні	Захист відсутній
2	Каплезахисні	Захист від капель, які падають під кутом до вертикалі 15^0
3	Дощезахисні	Захист від дощу, який падає під кутом до 60^0
4	Бризкозахисні	Захист від бризок, які падають під любым кутом
5	Струмозахисні	Захист від струменів води, які падають під любым кутом
6	Хвилезахисні	Захист від впливу морської води
7	Водонепроникні	Захист від попадання води при занурюванні на задані глибини на годину
8	Герметичні	Захист від попадання води при занурюванні на задані глибини на необмежений час

Таблиця 5. Параметри ламп

Потужність лампи, <i>Вт</i>	Середня температура, °C		Площа поверхні, м ²		Складові теплового потоку ламп,%						
	Колба	Патрон	Колба	Патрон	Джерело світла,		Колба		Патрон		
					Q_4^H	Q_4^K	Q_3^H	Q_3^K	Q_1^H	Q_1^K	Q_1^T
ЛР											
1000	146	73	0,0846	0,019	81,24	0,66	9,5	7,7	0,43	0,5	0,4
750	126	62	0,0846	0,019	80,2	0,68	9,8	8,4	0,43	0,67	0,5
500	140	68	0,0465	0,019	78,8	1,2	9,8	8,7	0,75	1,2	0,75
300	105	53	0,0465	0,019	77,6	1,3	9,9	9,3	0,8	1,3	1,1
200	120	80	0,0253	0,0075	75,7	1,75	10	10	1,5	1,8	1
100	101	70	0,016	0,0075	73,4	2,8	9,5	9,9	2,4	2,8	2
40	71	60	0,0123	0,0075	64,7	5,5	9,8	11,2	4,8	5,5	4
ДРЛ											
700	219	112	0,107	0,018	33,85	2	38	24	1,3	2	0,85
400	200	90	0,0714	0,018	33,2	2,45	36,8	24,6	1,6	2,45	1,35
250	210	92	0,039	0,018	33	4	35	23	2,7	3,7	2,3

Навчальне видання

Назаренко Леонід Андрійович
Черкашина Олена Леонідівна

Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу "Розрахунок і конструювання світлових приладів" (для спеціалістів і магістрів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності "Світлотехніка і джерела світла").

Редактор: *М.З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання: *Ю.П. Степась*

План 2009, поз. 308 М

Підп. до друку 3.02.2010
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60x84 1/16.
Ум. друк.арк. 2,7
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 731 від 19.12.2001